



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

Veröffentlichungsnummer:  
B

0 002 502  
A1

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 78101596.1

Int Cl<sup>2</sup>: C 04 B 41/28

22 Anmeldetag: 07.12.78

30 Priorität: 07.12.77 DE 2754517

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
27.06.79 Patentblatt 79 13

5 Benannte Vertragsstaaten:  
BE CH DE FR GB NL SE

71 Anmelder: WACKER-CHEMIE GMBH  
Prinzregentenstrasse 22  
D-8000 München 22(DE)

72 Erfinder: Kratel, Günter, Dr.  
Alpenblickstrasse 10  
D-8961 Durach(DE)

72 Erfinder: Stohr, Günter, Dr.  
Staubenstrasse 14  
D-8961 Durach(DE)

72 Erfinder: Katzer, Hans, Dr.  
Sollner Strasse 10  
D-8000 München 71(DE)

54 Verfahren zum Verbessern von Wärmeschutzgegenständen.

57 Verfahren zum Verbessern von auf trockenem Wege hergestellten Wärmeschutzgegenständen aus Siliciumdioxid mit einer Oberfläche von mindestens 50 m<sup>2</sup>/g, Trübungsmittel und gegebenenfalls anorganischer Faser durch hydropholierung der Oberfläche der zu verbessernden Gegenstände mit mindestens einer Organosiliciumverbindung mit 1 bis 4 Siliciumatomen und Entfernung der überschüssigen hydrophobierenden Organosiliciumverbindung.

EP 0 002 502 A1

0002502

-1-

WACKER-CHEMIE  
GMBH

München, den 13.10.1977  
LC-PAT/Dr.Ru/m

Wa 7702  
=====

Verfahren zum Verbessern von Wärmeschutzgegenständen

Auf trockenem Wege hergestellte Wärmeschutzgegenstände aus Siliciumdioxid mit einer Oberfläche von mindestens  $50 \text{ m}^2/\text{g}$ , Trübungsmittel und gegebenenfalls anorganischer Faser sind bekannt, beispielsweise aus DT-AS 20 36 124, ausgelegt: 29. März 1973, Anmeldung Micropore Insulation Ltd. Es bestand nun die Aufgabe, solche Gegenstände zu verbessern, indem sie ausreichend wasserabweisend gemacht werden, ohne ihre mechanische Festigkeit zu beeinträchtigen, z.B. damit die Wärmeschutzgegenstände durch die Einwirkung von Wasser nicht verschlechtert werden. Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird diese Aufgabe gelöst. Wird dagegen versucht, die vorstehend angegebene Aufgabe durch Verwendung von Siliciumdioxid mit einer Oberfläche von mindestens  $50 \text{ m}^2/\text{g}$ , wobei diese Oberfläche mehr oder weniger vollständig, z.B. mittels Trimethyläthoxysilan, hydrophobiert wurde, bei der Herstellung der Wärmeschutzgegenstände zu lösen, so werden Wärmeschutzgegenstände mit unbefriedigender mechanischer Festigkeit erhalten.

Wird andererseits versucht, wasserabweisende, auf trockenem Wege hergestellte Wärmeschutzgegenstände aus Trübungsmittel und Siliciumdioxyd mit einer Oberfläche von mindestens  $50 \text{ m}^2/\text{g}$ , wobei diese Oberfläche nur teilweise, z.B. mit Trimethyläthoxysilan, hydrophobiert wurde, oder einem Gemisch aus unbehandeltem Siliciumdioxyd und mehr oder weniger vollständig hydrophobiertem Siliciumdioxyd, wobei dieses Siliciumdioxyd jeweils eine Oberfläche von mindestens  $50 \text{ m}^2/\text{g}$  aufweist, herzustellen, wobei bei dieser Herstellung jeweils anorganische Faser mitverwendet werden kann, so werden Wärmeschutzgegenstände erhalten, die zwar etwas wasserabweisend sind, aber verhältnismäßig geringe mechanische Festigkeit besitzen.

Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zum Verbessern von auf trockenem Wege hergestellten Wärmeschutzgegenständen aus Siliciumdioxyd mit einer Oberfläche von mindestens  $50 \text{ m}^2/\text{g}$ , Trübungsmittel und gegebenenfalls anorganischer Faser, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberfläche der zu verbessernden Gegenstände mit mindestens einer Organosiliciumverbindung mit 1 bis 4 Siliciumatomen hydrophobiert und überschüssige, hydrophobierende Organosiliciumverbindung entfernt wird.

Wärmeschutzgegenstände können auch als Wärmeisulationsgegenstände bezeichnet werden. Es kann sich dabei um Platten oder andere Formkörper handeln. Wenn es sich um Platten handelt, so können sie eine poröse Hülle, z.B. aus Glasfasergewebe oder Glasfasermatte, aufweisen. Weitere Beispiele für solche poröse Hüllen sind gemäß DT-AS 20 36 124 Baumwollgewebe, Papier und perforierte Polyäthylenfolie. Die Platten müssen aber nicht unbedingt umhüllt sein.

Aus den oben angegebenen Gründen wird für die Herstellung der Wärmeschutzgegenstände zweckmäßig als Siliciumdioxyd mit einer Oberfläche von mindestens  $50 \text{ m}^2/\text{g}$  solches verwendet, das unbehandelt, also hydrophil, ist. Die hier in Beschreibung und Patentansprüchen angegebenen Werte für die Größe der Oberfläche des Siliciumdioxys sind sogenannte BET-Werte, also Werte, die durch Stickstoffadsorption gemäß ASTM Spécial Technical Publi-

cation No. 51, 1941, Seite 95 ff., bestimmt wurden. Als Siliciumdioxyd mit einer Oberfläche von mindestens  $50 \text{ m}^2/\text{g}$  ist pyrogen erzeugtes Siliciumdioxyd bevorzugt. Falls erwünscht, kann aber auch unter Erhaltung der Struktur entwässertes Kieselsäure-Hydrogel und anderes gefälltes Siliciumdioxyd mit einer Oberfläche von mindestens  $50 \text{ m}^2/\text{g}$  verwendet werden.

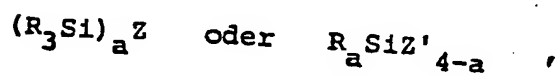
Die wichtigsten Beispiele für Trübungsmittel sind Siliciumcarbid, Titandioxyd und Ilmenit. Vorzugsweise wird Trübungsmittel in Mengen von 30 bis 75 Gewichtsprozent, bezogen auf das Gewicht von Siliciumdioxyd mit einer Oberfläche von mindestens  $50 \text{ m}^2/\text{g}$ , eingesetzt.

Beispiele für anorganische Fasern sind Glaswolle, Steinwolle, Schlackenwolle und keramische Fasern, wie solche, die aus der Schmelze von Aluminiumoxyd und Siliciumdioxyd hergestellt sind.

Die Formgebung der Wärmeschutzgegenstände erfolgt durch Verpressen der Gemische, aus denen sie hergestellt werden.

Auf trockenem Wege hergestellte Wärmeschutzgegenstände der erfindungsgemäß zu behandelnden Art sind im Handel erhältlich, z.B. von den Firmen Grünzweig & Hartmann AG, Ludwigshafen (Bundesrepublik Deutschland), und Micropore Insulation Ltd., Kidderminster, Worcester (Großbritannien).

Beispiele für bei dem erfindungsgemäßen Verfahren einsetzbare Organosiliciumverbindungen sind solche der allgemeinen Formel



worin R gleiche oder verschiedene einwertige, gegebenenfalls substituierte Kohlenwasserstoffreste, Z und Z' jeweils Halogen, Wasserstoff oder einen Rest der Formel  $-\text{OH}$ ,  $-\text{OR}'$ ,  $-\text{NR}'\text{X}$ ,  $-\text{ONR}'_2$ ,  $-\text{SR}'$ ,  $-\text{OOCR}'$  bedeutet, Z jedoch auch  $-\text{O}-$ ,  $-\text{NX}-$  oder  $-\text{S}-$  bedeuten kann, wobei R' ein gegebenenfalls substituierter Kohlenwasserstoffrest, meist ein Alkylrest mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen,

und X Wasserstoff ist oder die gleiche Bedeutung wie R' hat und a 1 oder 2 ist, sowie Hexamethylcyclotrisiloxan und Octamethylcyclotetrasiloxan.

Das bei weitem wichtigste Beispiel für einen Kohlenwasserstoffrest R ist der Methylrest. Weitere Beispiele für Kohlenwasserstoffreste R sind der Äthyl-, n-Propyl-, Isopropyl-, Vinyl- und Phenylrest.

Beispiele für substituierte Kohlenwasserstoffreste R sind insbesondere halogenierte Kohlenwasserstoffreste, wie der 3,3,3-Trifluorpropylrest.

Beispiele für Kohlenwasserstoffreste R' sind insbesondere der Methyl- und Äthylrest. Weitere Beispiele für Kohlenwasserstoffreste R' sind der weiter unten folgenden Aufzählung von einzelnen Beispielen hydrophob machender Organosiliciumverbindungen zu entnehmen.

Als Beispiel für einen substituierten Kohlenwasserstoffrest R' sei der Aminoäthylrest genannt.

Einzelne Beispiele für Organosiliciumverbindungen der oben angegebenen Formeln sind Hexamethyldisilazan, Trimethyläthoxysilan, Trimethylsilan, Trimethylchlorsilan, Trimethylsilylmercaptan, Vinyl dimethylacetoxysilan, Trimethylsilylisopropylamin, Trimethylsilyläthylamin, Dimethylphenylsilyl-n-propylamin, Vinyl dimethylsilyl-n-butylamin, Diäthylaminoxyltrimethylsilan, Diäthylaminoxyl dimethylphenylsilan, Hexamethyldisiloxan, 1,3-Divinyl-1,1,3,3-tetramethyldisiloxan, 1,3-Diphenyl-1,1,3,3-tetramethyldisiloxan, 1,3-Diphenyl-1,1,3,3-tetramethyldisilazan, Dimethyldichlorsilan, Dimethyldiäthoxysilan, Dimethyldimethoxysilan, Diphenyldiäthoxysilan, Vinylmethyldimethoxysilan und Methyltriäthoxysilan.

Bevorzugt als Organosiliciumverbindungen beim erfindungsgemäßen Verfahren sind Hexamethylcyclotrisiloxan, Octamethylcyclotetrasiloxan und Hexamethyldisilazan. Selbstverständlich können die

Organosiliciumverbindungen beim erfindungsgemäßen Verfahren einzeln oder als Gemische, z.B. ein Gemisch aus Hexamethylcyclotrisiloxan und Octamethylcyclotetrasiloxan, verwendet werden.

Vorzugsweise werden die Organosiliciumverbindungen in Mengen von 10 g bis 400 g je m<sup>2</sup> zu hydrophobierender Oberfläche eingesetzt.

Zur Verbesserung des Wasserabweisungsvermögens der Wärmeschutzgegenstände können bei dem erfindungsgemäßen Verfahren Katalysatoren für die Umsetzung von Organosiliciumverbindungen mit den Si-gebundenen Hydroxylgruppen auf Siliciumdioxid eingesetzt werden. Beispiele für solche Katalysatoren sind Amine, wie Cyclohexylamin und n-prim.-Butylamin, sowie FeCl<sub>3</sub>, Dibutylzinn-dilaurat, SnCl<sub>4</sub>, Dibutylzinndichlorid, BCl<sub>3</sub>, HCl, HBr und Phosphornitridchloride.

Werden solche Katalysatoren mitverwendet, so werden sie vorzugsweise in Mengen von 0,02 bis 2 Gewichtsprozent, bezogen auf die jeweils eingesetzte Menge von Organosiliciumverbindung, eingesetzt.

Das Auftragen von erfindungsgemäß verwendeter Organosiliciumverbindung und gegebenenfalls mitverwendetem Katalysator auf die Oberflächen der Wärmeschutzgegenstände kann z.B. durch Sprühen, Walzen, Tauchen oder Streichen oder dadurch erfolgen, daß die Wärmeschutzgegenstände Dämpfen der Organosiliciumverbindungen ausgesetzt werden.

Vorzugsweise werden die Wärmeschutzgegenstände nach dem Auftragen von Organosiliciumverbindung und gegebenenfalls mitverwendetem Katalysator 5 bis 60 Minuten auf 100 bis 350° C erwärmt, um eine gute Hydrophobierung und eine Entfernung von überschüssiger hydrophobierender Organosiliciumverbindung und gegebenenfalls bei der Hydrophobierung entstandener Spaltprodukte, wie Äthanol oder Wasser, zu erzielen.

Die erfindungsgemäß verbesserten Wärmeschutzgegenstände eignen sich beispielsweise zum Isolieren in Wärmespeicheröfen. Sie können z.B. in Herdplatten und als Bestandteile von Heizhauben oder zum Einbetten von Heizspiralen Verwendung finden.

Dadurch, daß die erfindungsgemäß verbesserten Wärmeschutzgegenstände wasserabweisend sind, muß bei ihrer Lagerung und ihrem Transport im Gegensatz zu Lagerung und Transport von nicht behandelten Wärmeschutzgegenständen der erfindungsgemäß zu behandelnden Art der Zutritt von Wasser nicht mehr so sorgfältig ausgeschaltet werden, und sie eignen sich sogar für Außenisolierungen und nicht nur als Hochtemperaturisolierungen, sondern auch als Isolierungen bei niedrigen Temperaturen.

Die in den folgenden Beispielen eingesetzten Wärmeschutzgegenstände sind Platten, die durch Verpressen eines Gemisches aus 1 500 g Siliciumdioxid mit einer Oberfläche von  $400 \text{ m}^2/\text{g}$  ("HDK T 40", erhältlich von Wacker-Chemie GmbH, München, Bundesrepublik Deutschland), 876 g Ilmenit als Trübungsmittel und 141 g einer anorganischen Faser ("Kerlane") in einer Glasfaser-matte unter einem Druck von  $10 \text{ kp/cm}^2$  hergestellt worden sind, mit den Abmessungen  $90 \text{ mm} \times 90 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ .

#### Beispiel 1

Wärmeschutzplatten werden 10 bis 20 Sekunden in auf  $60^\circ \text{C}$  erwärmtes Hexamethyldisilazan getaucht und dann 30 Minuten auf  $200^\circ \text{C}$  im Trockenschrank erwärmt.

#### Beispiel 2

Wärmeschutzplatten werden 10 bis 20 Sekunden in ein auf  $60^\circ \text{C}$  erwärmtes Gemisch aus 60 Gewichtsteilen Hexamethylcyclotrisiloxan und 40 Gewichtsteilen Octamethylcyclotetrasiloxan getaucht und dann 30 Minuten auf  $300^\circ \text{C}$  im Trockenschrank erwärmt.

Beispiel 3

Wärmeschutzplatten werden 10 bis 20 Sekunden in ein auf 60° C erwärmtes Gemisch aus 60 Gewichtsteilen Hexamethylcyclotrisiloxan, 40 Gewichtsteilen Octamethylcyclotetrasiloxan und 4 Gewichtsteilen Cyclohexylamin getaucht und dann 30 Minuten auf 150° C im Trockenschrank erwärmt.

Beispiel 4

Die in Beispiel 3 beschriebene Arbeitsweise wird wiederholt mit der Abänderung, daß die Temperatur im Trockenschrank 200° C beträgt.

Beispiel 5

Im Trockenschrank auf 70° C vorgewärmte Wärmeschutzplatten werden mit Hexamethyldisilazan 1 bis 2 Minuten besprüht und dann 30 Minuten auf 200° C im Trockenschrank erwärmt.

Beispiel 6

Im Trockenschrank auf 70° C vorgewärmte Wärmeschutzplatten werden mit dem auf 60° C erwärmten, in Beispiel 2 näher beschriebenen Gemisch aus cyclischen Dimethylpolysiloxanen 1 bis 2 Minuten besprüht und dann 30 Minuten auf 300° C im Trockenschrank erwärmt.

Beispiel 7

Im Trockenschrank auf 70° C vorgewärmte Wärmeschutzplatten werden mit dem auf 60° C erwärmten, in Beispiel 3 näher beschriebenen Gemisch aus cyclischen Dimethylpolysiloxanen und Cyclohexylamin 1 bis 2 Minuten besprüht und dann 30 Minuten auf 150° C im Trockenschrank erwärmt.



Beispiel 8

Die in Beispiel 7 beschriebene Arbeitsweise wird wiederholt mit der Abänderung, daß die Temperatur im Trockenschrank  $200^{\circ}\text{C}$  beträgt.

Beispiel 9

In einem auf  $200^{\circ}\text{C}$  erwärmten Behälter werden Wärmeschutzplatten 10 Minuten gasförmigem Hexamethyldisilazan ausgesetzt und dann 2 Stunden im Trockenschrank auf  $200^{\circ}\text{C}$  erwärmt.

Beispiel 10

In dem auf  $200^{\circ}\text{C}$  erwärmten Behälter werden Wärmeschutzplatten 10 Minuten dem Dampf des in Beispiel 2 näher beschriebenen Gemisches aus cyclischen Dimethylpolysiloxanen ausgesetzt und dann 2 Stunden im Trockenschrank auf  $300^{\circ}\text{C}$  erwärmt.

Beispiel 11

In dem auf  $200^{\circ}\text{C}$  erwärmten Behälter werden Wärmeschutzplatten 10 Minuten dem Dampf des in Beispiel 3 näher beschriebenen Gemisches aus cyclischen Dimethylpolysiloxanen und Cyclohexylamin ausgesetzt und dann 2 Stunden im Trockenschrank auf  $150^{\circ}\text{C}$  erwärmt.

Beispiel 12

Die in Beispiel 11 beschriebene Arbeitsweise wird wiederholt mit der Abänderung, daß die Temperatur im Trockenschrank  $200^{\circ}\text{C}$  beträgt.

Vergleichsversuch

Wärmeschutzplatten werden 30 Minuten im Trockenschrank ohne vor-

hergehende Behandlung erwärmt.

In der folgenden Tabelle sind Eigenschaften der gemäß den Beispielen 1 bis 12 bzw. gemäß dem Vergleichsversuch behandelten Platten angegeben.

Erläuterungen zur Tabelle:

+) nicht bestimmt

++) Die verhältnismäßig schlechten Werte erklären sich durch ungleichmäßigen Auftrag, weil beim Sprühen Hexamethylcyclotrisiloxan in der Düse auskristallisierte.

Tabelle

Bei- spiel	Gewichtszunahme durch Auftragen von Organosiliciumver- bindung vor Erwär- men im Trocken- schrank g	Gewicht nach Erwärmen im Trok- kenschränk minus ursprünglichem Gewicht g	Gewicht nach 48 Std. Lagerung bei 97 Gew.-% relativer Luft- feuchte minus Ge- wicht nach Erwär- men im Trocken- schrank g	Gewicht nach 48 Std. Lagerung unter Wasser mi- nus Gewicht nach Erwärmen im Trok- kenschränk g
1	6,5	0,3	0,94	8,1
2	4	0,33	1,27	6,38
3	4	0,95	1,91	4,65
4	4	0,85	0,95	3,85
5	5,79	+	0,66	2,91
6	5,12	+	1,53	39,43 ++)
7	3,04	+	1,12	23,32 ++)
8	2,28	+	1,42	15,48 ++)
9	+	+	0,35	1,7
10	+	+	1,19	57,66
11	+	+	0,44	2,02
12	+	+	0,40	1,6
Ver- gleichs- versuch	-	- 0,3	3,05	61,38

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zum Verbessern von auf trockenem Wege hergestellten Wärmeschutzgegenständen aus Siliciumdioxyd mit einer Oberfläche von mindestens  $50 \text{ m}^2/\text{g}$ , Trübungsmittel und gegebenenfalls anorganischer Faser, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Oberfläche der zu verbessernden Gegenstände mit mindestens einer Organosiliciumverbindung mit 1 bis 4 Siliciumatomen hydrophobiert und überschüssige, hydrophobierende Organosiliciumverbindung entfernt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß als Organosiliciumverbindungen Hexamethylcyclotrisiloxan, Octamethylcyclotetrasiloxan oder Hexamethyldisilazan oder Gemische aus zwei oder mehr dieser Organosiliciumverbindungen verwendet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß ein Katalysator für die Umsetzung von Organosiliciumverbindungen mit den Si-gebundenen Hydroxylgruppen auf Siliciumdioxyd mitverwendet wird.



Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0002502

Nummer der Anmeldung  
EP 78 10 1596

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Incl. C.I.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
A	DE - A - 2 356 142 (WACKER-CHEMIE) * Seite 7, Zeilen 10-16; Seite 3, Zeile 38 bis Seite 9, Zeile 14; Seite 12, Anspruch 1 *	1	C 04 B 41/28
	DE - A - 2 005 190 (CABOT CORP.) * Seite 3, Zeilen 17-31; Seite 5, Zeilen 20-26; Seite 6, Zeilen 1-10 *	1, 2	
	DE - A - 2 446 278 (DOW CORNING) * Seite 19, Anspruch 1 *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Incl. C.I.) C 04 B 41/00
	DE - A - 2 254 880 (PROTES CORP.) * Seite 12, Anspruch 1; Seite 7, Zeilen 14-18 *	3	
	CH - A - 321 516 (LIBBEY-OWENS-FORD GLASS COMP.)		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: mündliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 12-03-1979	Prüfer DAELEMAN	